

W0182

Claims Description**Tapered profile etching method**Patent Number:  US5893757

Publication date: 1999-04-13

Inventor(s): SU YUH-JIA (TW); LAW KAM S (US); WONG YUEN-KUI (US)

Applicant(s):: APPLIED KOMATSU TECHNOLOGY INC (JP)

Requested Patent:  JP10214826

Application Number: US19970783819 19970113

Priority Number(s): US19970783819 19970113

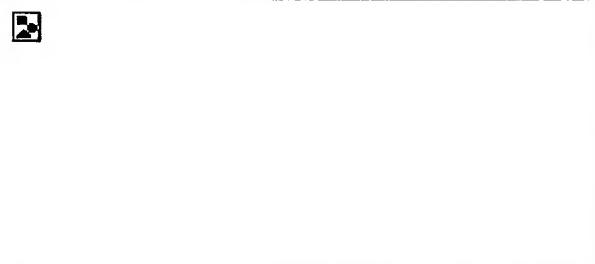
IPC Classification: H01L21/00

EC Classification:

Equivalents:

**Abstract**

A method of etching an article having a substrate, an etchable film and a mask layer having a pattern formed therein includes the step of exposing the article to an etchant gas mixture which includes a halogen-containing gas and an inert gas. An etching profile is formed which is substantially smooth across an interface between the etchable film and the mask layer. The method is particularly useful in producing components of articles such as flat-panel displays.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

TOP

**Claims**

What is claimed is:

1. A method of dry etching an article including a substrate, an etchable film and a mask layer, comprising:  
forming a pattern in said mask layer by selectively exposing and developing said mask layer;  
exposing said article to an etchant gas mixture including a halogen-containing gas and an inert gas;  
and  
dry etching the etchable film at a pressure of about 5-50 millitorr to produce a tapered etching profile terminating at the substrate and substantially smooth across an interface between said etchable film and said mask layer.
2. A method of dry etching an article including a substrate, an etchable film and a mask layer, comprising:  
forming a pattern in said mask layer by selectively exposing and developing said mask layer;  
exposing said article to an etchant gas mixture including a halogen-containing gas and an inert gas;  
and

J1040414.S  
10/090761  
03/06/02

W0182

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-214826

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 L 21/3065

識別記号

F I

H 01 L 21/302

M

F

審査請求 未請求 請求項の数36 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-4871

(71)出願人 595063994

(22)出願日 平成10年(1998)1月13日

アプライドコマツテクノロジー株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目7番1号

(31)優先権主張番号 08/783819

(72)発明者 ユージヤ スウ

(32)優先日 1997年1月13日

台湾, タイペイ, チュンーシャオ イ  
ースト ロード セクション 3, エル  
エヌ 248, アレイ 19, ナンバー15,  
4 フロア

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ユエン-クイ ワン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州,  
フリーモント, クーガー サークル  
44994

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外5名)

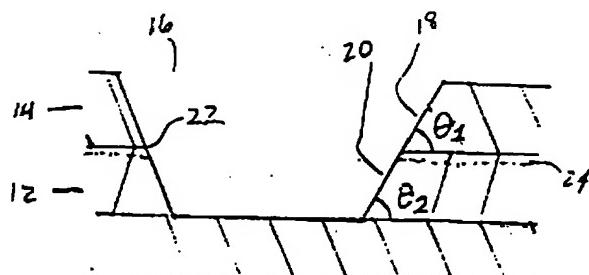
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 テーパプロファイルエッチング方法

## (57)【要約】

【課題】 滑らかで連続したテーパエッチングプロファイルを有するエッティング物品の形成を可能にするドライエッティング方法を提供する。

【解決手段】 基板、エッティング可能膜およびパターンが形成されたマスク層を有する物品をエッティングする方法は、ハロゲン含有ガスおよび不活性ガスを含むエッチャントガス混合気にこの物品を曝露するステップを含んでいる。エッティング可能膜およびマスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッティングプロファイルが形成される。この方法は、フラットパネルディスプレイなどの物品の部品を製造する際に特に有用である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板、エッチング可能膜およびマスク層を含む物品をエッチングする方法であって、前記マスク層を選択的に露光および現像することにより前記マスク層にパターンを形成するステップと、ハロゲン含有ガスおよび不活性ガスを含むエッチャントガス混合気に前記物品に曝露するステップと、を備えており、これにより、前記エッチング可能膜および前記マスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッチングプロファイルが形成されるようになっている方法。

【請求項2】 前記エッチングプロファイルは、前記基板と第1の角度 $\theta_1$ を成す、前記エッチング可能膜内の第1のセグメントと、前記エッチング可能膜と第2の角度 $\theta_2$ を成す、前記マスク層内の第2のセグメントと、を有しており、前記第1および第2角度の差は約15°未満である、請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記エッチャントガス混合気は、少なくとも部分的にプラズマ形態である、請求項1記載の方法。

【請求項4】 前記膜が速度 $R_F$ でエッチングされ、前記マスク層が速度 $R_M$ でエッチングされ、比 $R_F/R_M$ が約2以下である、請求項1記載の方法。

【請求項5】  $R_F/R_M$ が約1～約2である請求項4記載の方法。

【請求項6】 前記ハロゲン含有ガスは、塩素含有ガスまたはフッ素含有ガスである、請求項1記載の方法。

【請求項7】 前記塩素含有ガスは、分子塩素、三塩化ホウ素、四塩化炭素およびこれらの組合せからなる群から選択されたものである、請求項6記載の方法。

【請求項8】 前記不活性ガスは、希ガスである、請求項1記載の方法。

【請求項9】 前記希ガスは、ヘリウム、アルゴン、キセノンおよびこれらの組合せからなる群から選択されたものである、請求項8記載の方法。

【請求項10】 前記希ガスは、アルゴンである、請求項8記載の方法。

【請求項11】 前記ハロゲン含有ガスおよび前記不活性ガスは、約75：25～約40：60の範囲を有する比で存在している、請求項1記載の方法。

【請求項12】 前記比は、約70：30～約40：60の範囲を有している、請求項11記載の方法。

【請求項13】 前記エッチングステップは、約0.1～約2.0W/cm<sup>2</sup>の電力で実行される、請求項3記載の方法。

【請求項14】 前記エッチングステップは、約0.5～約5分間にわたって実行される、請求項1記載の方法。

【請求項15】 前記エッチング可能膜は、アモルファシリコンおよびアルミニウムからなる群から選択され

たものである、請求項1記載の方法。

【請求項16】 前記マスク層は、重合体フォトレジスト層である、請求項1記載の方法。

【請求項17】 前記エッチャントガス混合気は、酸素を更に含んでいる、請求項1記載の方法。

【請求項18】 請求項1記載の方法により製造される物品。

【請求項19】 フラットパネルディスプレイの部品である請求項18記載の物品。

【請求項20】 基板、エッチング可能膜およびマスク層を含む物品をエッチングする方法であって、前記マスク層の重合体フォトレジスト層にパターンを形成するステップと、

塩素含有ガスおよび希ガスを含むエッチャントガス混合気に前記物品を曝露するステップと、を備えており、これにより、前記エッチング可能膜および前記マスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッチングプロファイルが形成されるようになっている方法。

【請求項21】 前記エッチャントガス混合気は、少なくとも部分的にプラズマ形態である、請求項1記載の方法。

【請求項22】 前記膜が速度 $R_F$ でエッチングされ、前記マスク層が速度 $R_M$ でエッチングされ、比 $R_F/R_M$ が約2以下である、請求項20記載の方法。

【請求項23】  $R_F/R_M$ が約1～約2である請求項22記載の方法。

【請求項24】 前記塩素含有ガスは、分子塩素、三塩化ホウ素、四塩化炭素およびこれらの混合気からなる群から選択されたものである、請求項20記載の方法。

【請求項25】 前記希ガスは、ヘリウム、アルゴン、キセノンおよびこれらの混合気からなる群から選択されたものである、請求項20記載の方法。

【請求項26】 前記塩素含有ガスおよび前記希ガスは、約75：25～約40：60の比で存在している、請求項20記載の方法。

【請求項27】 前記エッチャントガス混合気は、アモルファシリコンおよびアルミニウムからなる群から選択されたものである、請求項20記載の方法。

【請求項28】 請求項20記載の方法によって製造された物品。

【請求項29】 エッチング物品を製造する方法であつて、

(a) 基板およびエッチャントガス混合気を有する物品上に重合体フォトレジストを含むマスク層を形成し、これにより前記エッチャントガス混合気および前記マスク層間の境界を有する物品を製造するステップと、

(b) 前記マスク層を選択的に露光および現像することにより前記マスク層にパターンを形成するステップと、  
 (c) 塩素含有ガスおよび希ガスを含むエッチャントガス混合気に前記物品を曝露することにより前記物品をエッティングして前記エッティング可能膜に前記パターンを形成し、これにより前記エッティング可能膜および前記マスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッティングプロファイルを形成するステップと、  
 (d) 前記マスク層を除去するステップと、を備える方法。

【請求項30】 前記膜が速度 $R_F$ でエッティングされ、前記マスク層が速度 $R_M$ でエッティングされ、比 $R_F/R_M$ が約2以下である、請求項29記載の方法。

【請求項31】  $R_F/R_M$ が約1～約2である請求項30記載の方法。

【請求項32】 前記塩素含有ガスは、分子塩素、三塩化ホウ素、四塩化炭素およびこれらの混合気からなる群から選択されたものである、請求項29記載の方法。

【請求項33】 前記希ガスは、ヘリウム、アルゴン、キセノンおよびこれらの混合気からなる群から選択されたものである、請求項29記載の方法。

【請求項34】 前記塩素含有ガスおよび前記希ガスは、約75：25～約40：60の比で存在している、請求項29記載の方法。

【請求項35】 請求項29記載の方法によって製造された物品。

【請求項36】 (a) 一つのハロゲン含有ガスまたは複数のハロゲン含有ガスの組合せと、

(b) 一つの不活性ガスまたは複数の不活性ガスの組合せと、を備えるエッティングガス混合気であって、前記成分(a)および(b)の比の範囲が約75：25～約40：60であるエッティングガス混合気。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般に、連続的で実質的に滑らかなエッティングプロファイルを形成するエッティング方法に関し、特に、ハロゲンガスおよび不活性ガスからなるエッチャントガス混合気を用いてエッティングを行う方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来のエッティング方法は、基板上に支持されたエッティング可能な膜、例えばアルミニウムやアモルファスシリコン、を有する物品にフォトレジストを付着させるステップを通常含んでいる。フォトレジストは、膜を覆うマスク層を形成するために選択的に露光され現像される。次いで、膜のマスク層に覆われていない部分がエッティングされて、エッティング可能膜の露出部分が除去される。最後に、マスク層が、例えば溶剤を用いることによって、取り除かれる。

【0003】公知のエッティングプロセスとしては、「ウ

エット」エッティングが挙げられる。ウェットエッティングプロセスでは、エッティングされるべき物品は、エッティング溶液、例えばフッ化水素酸(HF)を含む溶液、にさらされる。ウェットエッティングプロセスは、例えば、S. Ghandhiによる「VLSI 製造原理(VLSI Fabrication Principles)」(第二版、John Wiley & Sons社、ニューヨーク州ニューヨーク市、1994年)の589～613頁に記載されている。

【0004】しかしながら、ウェットエッティングプロセスは、種々の不利益を有している。例えば、各物品を処理した後にエッティング溶液を換えることは、普通、不可能であり、エッティング溶液は、通常、週に一度の割合で換えられる。この結果、エッティング溶液中にパーティクルや残渣が蓄積することになる。これらの蓄積物は、エッティングの品質を徐々に低減する傾向にある。別の問題点は、均一性の不足である。ウェットエッティングプロセスは、露出したエッティング可能膜を物品の全露出面にわたって均一に除去することがしばしば不可能であり、特に、エッティング可能膜のアンダカットを生じさせる場合がある。更に、このようなプロセスは、必要なエッティング槽、洗浄槽、乾燥装置などに対して相当な面積を要求する。結局、ウェットエッティングプロセス、特に、強力なエッチャント溶液および/または有機溶剤を用いるウェットエッティングプロセスは、環境に害を与え、重大な処理問題を生み出すことになる。

【0005】ドライエッティング法は、集積回路の製造においてウェットエッティング法に伴う多くの問題を回避する。ドライエッティング法は、例えば、上記刊行物の613～624頁に記載されている。このようなドライエッティング法には、イオンビームエッティングやスパッタエッティングなどのドライ物理エッティング法と、ドライ化学エッティングとが含まれる。ドライエッティング法は、通常、少ない化学薬品を少ない量だけ利用するものであり、容易にオートメーション化され、この方法が引き起こす処理問題は比較的少ない。

【0006】集積回路の製造に際しては、使用されるエッティングプロセスがエッティングされた膜に実質的に垂直なプロファイルを形成することが重要である。図1および図2は、従来のドライエッティングプロセスを示している。図1には、基板10、エッティング可能膜12(例えば、アルミニウム膜やアモルファスシリコン膜)、およびパターン16が形成されたマスク層14、を含む物品がエッチャントガスにさらされている。この他に、この物品にプラズマエッティングを施すこともできる。マスク層14は、マスク面18を有している。このマスク面18は、エッティング可能膜12に対して第1のエッティング角度 $\theta_1$ を形成している。エッティング可能膜12の露出部分が選択エッティングプロセスによって除去された後、エッティング可能膜12の表面20は、図2に示されるように、基板10に対して第2のエッティング角度 $\theta_2$ を形

成する。表面20は、約85°～90°の角度θ<sub>2</sub>を形成していると好ましく、約90°の角度θ<sub>2</sub>を形成していると更に好ましい。

【0007】図示のプロセスでは、エッチング可能膜12のエッチングは速度R<sub>F</sub>で進行し、マスク層14のエッチングは速度R<sub>M</sub>で進行する。二つの速度の比R<sub>F</sub>/R<sub>M</sub>は、1より相当に大きいことが好ましく、通常は約4～10である。図2に示されるように、膜12のマスク層14に対する高いエッチング速度は、膜12における実質的に垂直なエッチングプロファイルの形成を可能にする。

【0008】しかしながら、フラットパネルディスプレイ(FPD)の製造などの別の例では、鉛直に対して傾斜したプロファイル、すなわちテーパープロファイル(tapered profile)を形成することが重要である。図3に示されるように、エッチング可能層12に約15°～60°のエッチング角度θ<sub>2</sub>を形成することが望ましい場合がある。このようなテーパープロファイルを形成するためには、膜12およびマスク層14の個々のエッチング速度の値がほぼ等しいことが望ましく、好ましくは比R<sub>F</sub>/R<sub>M</sub>が約2よりも小さく、より好ましくは約1～2である。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】テーパープロファイルの形成にあたっては、幾つかの問題点がある。例えば、公知のドライエッチング技術を用いてR<sub>M</sub>に対するR<sub>F</sub>の所望の低い比を達成することは困難である。より重大な点として、エッチング可能膜12とマスク層14とが合わさる境界22を完全にエッチングすることは困難である。この困難性は、膜12の表面領域24に存在する可能性のある酸化生成物、例えばアルミニウム膜12の場合のアルミナ(A<sub>1</sub><sub>2</sub>O<sub>3</sub>)やアモルファスシリコン膜12の場合のシリコン酸化物(SiO<sub>2</sub>)、の存在、および/またはマスク残渣の存在に起因して生じる。境界22がマスク14および膜12よりも低い速度でエッチングされる場合、図4に示されるように、境界22に「棚部(ledge)」26が形成され、連続的なテーパ形状を形成することはできない。

【0010】テーパエッチングプロファイルを形成する公知のプロセスでは、塩素ベースのエッチング化学がしばしば用いられる。例えば、エッチング可能膜12がアルミニウム膜の場合、塩化ホウ素(BC1<sub>3</sub>)および塩素ガス(Cl<sub>2</sub>)が用いられる。最初、BC1<sub>3</sub>は、露出アルミニウム膜12の表面領域24からA<sub>1</sub><sub>2</sub>O<sub>3</sub>酸化生成物を除去する。その後、BC1<sub>3</sub>およびCl<sub>2</sub>の混合気を用いてアルミニウム膜12およびマスク14がエッチングされる。しかしながら、このガス混合気は、膜12およびマスク14を除去するほど効率良く境界22からA<sub>1</sub><sub>2</sub>O<sub>3</sub>を除去するわけではない。この結果、ここでも棚部26が形成され、膜12およびマスク層14にわた

る滑らかなエッティングプロファイルの形成が妨げられる。

【0011】他の公知の材料からなる膜12をエッティングするプロセスも、棚部形成を伴う問題にぶつかる。膜12がアモルファスシリコン膜である場合、BC1<sub>3</sub>は、通常、露出シリコン膜12の表面領域24からシリコン酸化生成物を除去する。この後、Cl<sub>2</sub>を用いてシリコン膜12がエッチングされる。ここでも、Cl<sub>2</sub>は、膜12およびマスク層14を除去する速度と同じ速度では境界22からシリコンを除去しないので、テーパ形状を容易に形成することはできない。

【0012】そこで、棚部や他の凹凸が実質的に存在しない滑らかで連続したテーパエッティングプロファイルを有するエッティング物品、例えばFPDの形成を可能にするドライエッチング方法が必要とされている。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】一つの態様では、本発明は、基板、エッチング可能膜およびマスク層を有する物品をエッチングする方法に関する。この方法は、マスク層にパターンを形成するステップと、ハロゲン含有ガスおよび不活性ガスを含むエッチャントガス混合気に上記物品を曝露するステップと、を含んでいる。本発明に係るエッチャントガス混合気を使用することにより、エッチング可能膜およびマスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッティングプロファイルが形成される。

【0014】この方法の実施態様には、次のものが含まれる。エッティングプロファイルは、エッティング可能膜中のセグメントであって基板と第1の角度θ<sub>1</sub>を成す第1のセグメントを有している。マスク層中の第2のセグメントは、エッティング可能層と第2の角度θ<sub>2</sub>を成す。第1角度と第2角度の差は、約15°未満である。膜のエッチングは速度R<sub>F</sub>で進行し、マスク層のエッチングは速度R<sub>M</sub>で進行する。これらのエッチングは、比R<sub>F</sub>/R<sub>M</sub>が2以下、特に約1～約2となるようになっている。

【0015】エッティングガス混合気は、(a)一つのハロゲン含有ガスまたは複数のハロゲン含有ガスの組合せと、(b)一つの不活性ガスまたは複数の不活性ガスの組合せと、を含んでいる。

【0016】本発明のエッチャントガス混合気に使用されるハロゲン含有ガスは、塩素含有ガスおよびフッ素含有ガスを含んでいる。ハロゲン含有ガスは、塩素含有ガス、例えば分子塩素、三塩化ホウ素、四塩化炭素、またはこれらの混合気、であってもよい。

【0017】本発明のエッチャントガス混合気に使用される不活性ガスは、希ガスであってもよく、ヘリウム、アルゴン、キセノン、またはこれらの混合気であると更に好ましい。

【0018】ハロゲン含有ガスおよび不活性ガスは、エッチャントガス混合気中に約75：25～約40：60の比で存在していると良く、約70：30～約40：6

0の比で存在していると更に好ましい。エッチングステップは、約5～約50ミリトルの圧力、および約0.1～約2.0W/cm<sup>2</sup>の電力で実行されると良い。

【0019】本発明の方法は、アモルファスシリコンやアルミニウムなどのエッチング膜で実質的に滑らかなエッティングプロファイルを形成するために特に有用な場合がある。マスク層は、重合体フォトレジスト層(polymeric photoresist layer)であってもよい。エッチャントガス混合気は、更に酸素を含んでいてもよい。

【0020】別の態様では、本発明は、基板、エッティング可能膜およびマスク層を有する物品をエッティングする方法に関し、マスク層の重合体フォトレジスト層にパターンを形成するステップと、塩素含有ガスおよび希ガスを含むエッチャントガス混合気に上記物品を曝露するステップと、を有しており、エッティング可能膜およびマスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッティングプロファイルが形成されるようになっている。

【0021】本発明の別の態様によれば、エッティング物品を製造する方法は、基板およびエッティング可能膜を有する物品上に重合体フォトレジストを含んだマスク層を形成し、これによりエッティング可能膜とマスク層との間に境界を有する物品を製造するステップと、マスク層を選択的に露光して現像することによりマスク層にパターンを形成するステップと、塩素含有ガスおよび希ガスを含むエッチャントガス混合気に上記物品を曝露することによりこの物品をエッティングしてエッティング可能層にパターンを形成するステップと、を有しており、エッティング可能膜およびマスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッティングプロファイルが形成され、マスク層が除去されるようになっている。

【0022】別の態様では、本発明は、基板およびエッティング可能膜を有する物品上に重合体フォトレジストを有するマスク層を形成し、これによりエッティング可能膜とマスク層との間に境界を有する物品を製造するステップを有するエッティング物品の製造方法に関する。マスク層を選択的に露光して現像することにより、マスク層にパターンが形成される。他のステップとしては、塩素含有ガスおよび希ガスを含むエッチャントガス混合気に上記物品を曝露することによりこの物品をエッティングしてエッティング可能層にパターンを形成するステップが含まれており、これにより、エッティング可能膜およびマスク層間の境界を横断して実質的に滑らかなエッティングプロファイルが形成され、マスク層が除去される。

【0023】別の態様では、本発明は、上記方法によって製造された物品に関する。この物品は、FPDの部品であってもよい。

【0024】本発明の他の利点は、以下の説明の中で後述するが、一部はこの説明から明らかになり、あるいは本発明の実施によって理解することができる。本発明の利点は、特許請求の範囲で特に指摘される手段や組合せ

を用いて実現し、取得することができる。

#### 【0025】

【発明の実施の形態】本明細書に組み込まれて本明細書の一部を構成する添付図面は、上記の一般的な説明および以下の詳細な説明とともに本発明を概略的に示しており、本発明の原理を説明するのに役立っている。

【0026】これらの図面では、全体を通して同様の要素に同様の符号が付されている。

【0027】不活性ガス、例えばアルゴンや他の希ガス、またはこれらの組合せをハロゲン含有エッチャントガス混合気の成分として使用することにより、実質的に滑らかで連続的なエッティングプロファイルを形成することができる。このため、本発明のエッチャントガス混合気は、非垂直エッティングプロファイルを必要とするFPD等のエッティング物品の形成に特に適している。

【0028】本明細書で用いられる用語「エッティング可能膜」は、エッチャントガス混合気に曝露されることによりエッティングが施され、エッティングプロセスの完了後に物品の非露出領域が残存する膜を意味している。このエッティング可能膜は、少なくとも部分的に酸化された上部を特に有していてもよい。典型的なエッティング可能膜には、アモルファスシリコン膜やアルミニウム膜が含まれる。

【0029】本明細書で用いられる用語「マスク層」は、重合性フォトレジスト組成物(polymerizable photoresist composition)の選択的露光および現像によって一般的に形成されるパターンが画成された層であって、エッティングプロセスの完了後に物品から完全に除去される層を意味している。

【0030】本明細書で用いられる用語「エッティングプロファイル」は、エッティングプロセスの完了後に下層エッティング可能膜および上層マスク層によって形成された断面プロファイルを意味している。エッティングプロファイルは、エッティング可能膜の縁部に位置する第1のセグメント(これは、基板と第1のエッティング角度θ<sub>1</sub>を成す)と、マスク層中の第2のセグメント(これは、エッティング可能層と(場合によっては基板とも)第2のエッティング角度θ<sub>2</sub>を成す)と、を有している。

【0031】本明細書で用いられる用語「境界」は、エッティング可能膜とマスク層との間の接触面を意味している。エッティング可能膜との関係で用いられる場合、この用語「境界」は、エッティングプロファイル上においてエッティング可能膜がマスク層に接触する箇所を特に意味している。

【0032】本明細書で用いられる「実質的に滑らかな」エッティングプロファイルとは、境界に棚部などの凹凸(discontinuity)が実質的に存在しないエッティングプロファイルである。具体的に述べると、上述の第1エッティング角度θ<sub>1</sub>および第2エッティング角度θ<sub>2</sub>は、あまり相違しない。例えば、この二つのエッティング角度の差

は、約15°を超えない。特に、エッチング角度 $\theta_1$ および $\theta_2$ は、ほぼ等しい場合もある。

【0033】本発明に従って用いられるエッチャントガス混合気は、ハロゲン含有ガスを含んでいる。このハロゲン含有ガスは、塩素含有ガスやフッ素含有ガスとすることができる。エッチャントガス混合気に使用することのできる特定の塩素含有ガスには、C1<sub>2</sub>、BC1<sub>3</sub>、四塩化炭素(CCl<sub>4</sub>)およびこれらの組合せが含まれる。公知のドライエッチングプロセスで用いられる他の公知の塩素含有ガスも使用可能である。特定の塩素含有ガスまたは塩素含有ガス混合気の選択は、エッチングすべきエッチング可能膜の種類などといった要素に依存している。

【0034】本発明に従って用いられるエッチングガス混合気は、ハロゲン含有ガスまたはその組合せに加えて、少なくとも一つの不活性ガスを含んでいる。この不活性ガスは、希ガス、特にヘリウム(He)、アルゴン(Ar)またはキセノン(Xe)とすることができる。アルゴンは、入手が容易で安価なため便利である。希ガスの組合せ、例えばAr/HeやAr/Xe、も使用することができる。

【0035】ハロゲン含有ガスおよび不活性ガスは、本発明のエッチャントガス混合気中に約75:25～約40:60の比で存在していてもよい。このため、本発明のエッチングプロセス中における不活性ガスまたは不活性ガスの組合せの流量は、全エッチャントガス流量の約30%から約60%まで変化する。

【0036】一般に、不活性ガスの流量が高くなるとエッチング速度が遅くなるが、エッチングプロファイルの均一性が大きくなる。すなわち、不活性ガスの流量が高い場合、第1および第2のエッチング角度 $\theta_1$ および $\theta_2$ 間の差は小さい。逆に、不活性ガスの流量が低い場合(従ってハロゲン含有ガス流量が高い場合)、一般に、エッチング速度は高いが、第1および第2エッチング角度 $\theta_1$ および $\theta_2$ 間の差も大きい。このため、不活性ガス流量が低いと、滑らかさが若干落ちたエッチングプロファイルが得られやすいが、それでも不活性ガスを含まない公知のエッチングガス混合気により形成されるエッチングプロファイルよりも相当に滑らかである。ハロゲン含有ガス、不活性ガス、およびエッチングガス混合気中の各成分の相対比を選択することにより、所望のエッチング速度およびエッチングプロファイル均一性を選択することができる。

【0037】エッチング可能膜のエッチング速度R<sub>F</sub>がマスク層のエッチング速度R<sub>M</sub>よりも非常に大きく比R<sub>F</sub>/R<sub>M</sub>が約4～10の公知のドライエッチングプロセスとは対照的に、本発明により与えられる対応する比は、約2未満、好ましくは約1～約2に抑えることができる。

【0038】本発明のエッチャントガス混合気は、FP

D製造用に現在知られているエッチングプロセスを含む様々なエッチングプロセスで使用することができる。あるプロセスでは、重合性フォトレジストを用いてマスク層を形成することができる。フォトレジストの現像後、物品をエッチングガス混合気に曝露する前に、リフロー工程によって(すなわち、マスク層を高温、通常は約120°Cに加熱することによって)マスク層中に初期角度 $\theta_1$ を形成することができる。必要であれば、他の公知の方法、例えばUV硬化(UV curing)、を用いることも可能である。

【0039】FPDの製造に現在用いられているものを含む多くの公知のエッチング装置を用いて、本発明のエッチング方法を実行することができる。本発明のエッチング方法を実行するのに特に有用な装置は、カリフォルニア州サンタクララのアプライドコマツテクノロジーから市販されているApplied Komatsu Technology (AKT) Etcher 1600またはAKT Etcher 3500である。これらの装置の詳細は、本発明の議受人が共に所有する米国特許出願第08/273,382号および第08/732,968号に記載されている。なお、これらの出願は参考文献として本明細書に組み込まれる。

【0040】本発明によるエッチング方法は、低圧力および高電力のもとで実行されることが好ましい。好ましい圧力の範囲は、約5～約50ミリトルルであり、より好ましくは約10～約15ミリトルルである。好ましい電力の範囲は、約0.1～約2.0W/cm<sup>2</sup>であり、より好ましくは約0.2～約1.0W/cm<sup>2</sup>である。エッチング時間は、エッチングすべき層の厚みや組成に依存して変動することになる。通常のエッチング時間の範囲は、約0.5～約5分である。例えば、アモルファスシリコンまたはアルミニウムからなる厚さ約3000Åのエッチング可能層は、上記で示した圧力および電力条件のもとで約2分でエッチングすることができる。

【0041】本発明の方法は、次のように進行することができる。ハロゲン含有ガスおよび不活性ガスを含むエッチャントガス混合気をドライエッチング法で用いることにより、二つの独立したメカニズム、すなわちハロゲンエッチングおよびスパッタリング、によってエッチングが行われる。好適な低圧力および高電力のもとでは、スパッタリングメカニズムが顕著である。このスパッタリングは、ガスエッチング混合気が境界材料、例えばアルミニウムエッチング可能層の場合のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やアモルファスシリコンエッチング可能層の場合のSiO<sub>2</sub>、やマスク残渣を除去する効率を高める。この結果、エッチング可能膜およびマスク層間の境界における「棚部」や他の凹凸の形成が削減され、得られるエッチングプロファイルが境界を横断して実質的に滑らかで連続的になる。

【0042】図5は、本発明の方法に従って製造されるエッチング物品を示しており、ここで、テーパマスク表

面18およびテーパエッティング可能膜表面20は、ほぼ等しいエッティング角度 $\theta_1$ および $\theta_2$ をそれぞれ形成している。このエッティング物品は、エッティング可能膜12およびマスク層14間の境界を横断して滑らかな所望のエッティングプロファイルを有しており、棚部の形成は見られない。

【0043】上述のように、本発明に係るエッチャントガス混合気は、現在知られているエッティング方法、例えばFPDの製造に用いられる公知のエッティング方法、で使用することができる。本発明のエッチャントガス混合気は、エッチャントガスの一成分として酸素を現在用いているプロセスにおいて酸素と共に使用することも可能である。

【0044】以下では、実施例を挙げることにより本発明を更に説明する。但し、本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

【0045】実施例1：アルミニウム膜エッティングガラス基板、厚さ3000ÅのA1膜、および重合体フォトレジストマスク層を含む複数の層を有する物品を用意する。この物品を選択的に露光および現像してマスク層中にパターンを形成する。現像後のマスク層は、下層A1膜に対して45°のエッティング角度 $\theta_2$ を形成する。

【0046】次に、本発明の実施形態によるエッチャントガス混合気を用いて、この物品をAKT Etcher内でエッティングする。このエッチャントガスは、155標準立方センチメートル毎(sccm)の全ガス流量を有しており、70sccmのAr、20sccmのBCl<sub>3</sub>および65sccmのCl<sub>2</sub>という組成を有している。これらの値は、180リットルの容積を有するチャンバで使用するものであり、チャンバの大小に応じて調整される。例えば、Arの流量は、チャンバ容積の1リットルあたり約0.4sccmとすることができます。この流量は、エッティングプロセスの間、一定に維持される。このエッティングプロセスは、圧力10ミリトル、電力密度1W/cm<sup>2</sup>で2分間行う。

【0047】エッティング工程の完了後、マスク-A1層間の境界を横断するエッティングプロファイルは滑らかであり、45°のエッティング角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ を形成する。

【0048】実施例2：アモルファスシリコン膜エッティング

ガラス基板、厚さ3000Åのアモルファスシリコン膜、および重合体フォトレジストマスク層を含む複数の層を有する物品を用意する。この物品を選択的に露光および現像してマスク層中にパターンを形成する。現像後のマスク層は、下層アモルファスシリコン膜に対して45°のエッティング角度 $\theta_2$ を形成する。

【0049】次に、本発明のエッチャントガス混合気を用いて、この物品をAKT Etcher内でエッティングする。このエッチャントガスは、145sccmの全ガス流量を

有しており、70sccmのArおよび75sccmのCl<sub>2</sub>という組成を有している。この流量は、エッティングプロセスの間、一定に維持される。Arについては10～1000sccmの範囲の流量、Cl<sub>2</sub>については10～500sccmの範囲の流量を使用することも可能である。このエッティングプロセスは、圧力10ミリトル、電力密度0.4W/cm<sup>2</sup>で約2分間行う。一般に、約0.1W/cm<sup>2</sup>～約5W/cm<sup>2</sup>の電力密度を使用することができる。

【0050】エッティング工程の完了後、マスク-シリコン層間の境界を横断するエッティングプロファイルは滑らかであり、45°のエッティング角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ を形成する。

【0051】実施例3：FPD製造

ガラス基板、厚さ3000Åのアモルファスシリコン膜、およびFPDで使用されるパターンを定める重合体フォトレジストマスク層からなる複数の層を有する物品を用意する。この物品を実施例2と同様にエッティングし、マスク層を除去する。このエッティング物品は、FPDの製造時に使用するのに適している。

【0052】このように、本発明は、滑らかで棚部や他の境界凹凸のないエッティングプロファイルを形成する優れた方法を提供する。この方法は、全エッティングプロセスの間、一つのエッチャントガス組成物の使用しか必要とせず、非垂直エッティングプロファイルを必要とするFPD等の物品を製造するのに特に有用である。

【0053】以上、本発明を好適な実施形態の観点から説明した。しかしながら、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって定められる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実質的に垂直なエッティングプロファイルをエッティング可能膜に形成する従来技術の集積回路用ドライエッティングプロセスを示す図であり、基板、エッティング可能膜およびマスク層を備える物品のエッティングプロセス前の断面を示している。ここで $\theta_1$ は、マスク層がエッティング可能膜と成すエッティング角度である。

【図2】実質的に垂直なエッティングプロファイルをエッティング可能膜に形成する従来技術の集積回路用ドライエッティングプロセスを示す図であり、エッティングプロセスの完了後における図1と同じ断面を示している。ここで $\theta_1$ は、マスク層がエッティング可能膜と成すエッティング角度であり、 $\theta_2$ は、エッティング可能膜が基板と成すエッティング角度である。

【図3】FPDの製造に必要とされるエッティングプロファイルを示す図である。

【図4】従来技術の方法に従って形成されたテーパエッティングプロファイルを有するエッティング物品の断面図である。この図では、望ましい滑らかなエッティングプロファイルが、エッティング可能膜およびマスク層間の境界に

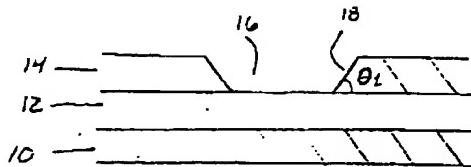
おける棚部の形成によって妨げられている。

【図5】本発明の実施形態に従って形成されたテーパエッティングプロファイルを有するエッティング物品の断面図であり、 $\theta_1$ および $\theta_2$ がほぼ等しい滑らかなプロファイルを示している。

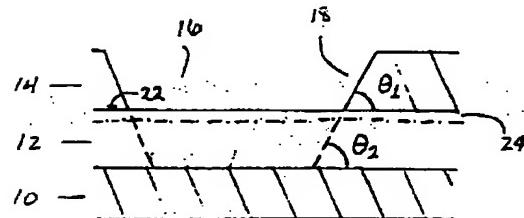
#### 【符号の説明】

10…基板、12…エッチング可能層、14…マスク層、16…パターン、18…テーパマスク表面、20…テーパエッティング可能膜表面、22…境界、24…エッティング可能膜の表面領域、26…棚部。

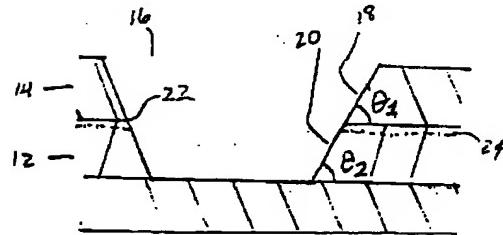
【図1】



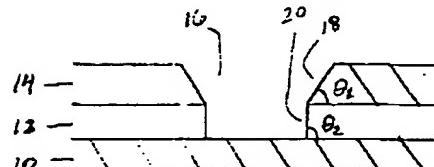
【図3】



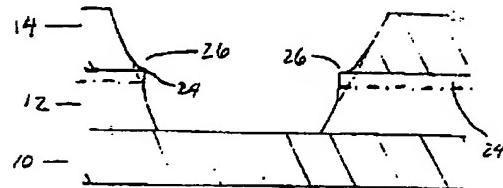
【図5】



【図2】



【図4】




---

フロントページの続き

(72)発明者 カム エス. ロー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
ユニオン シティー、リヴィエラ ドラ  
イヴ 461